

FISKEN OG HAVET NR. 4 - 2001

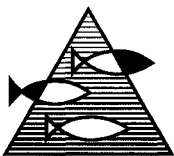
SAMMENLIGNING AV BIOLOGIEN TIL NOEN ØKOLOGISK OG FISKERIMESSIG VIKTIGE ARTER I GRENLANDSFJORDENE OG I RISØROMRÅDET I RELASJON TIL MILJØFORHOLD

av

Didrik S. Danielssen, Jakob Gjøsæter og Jan Atle Knutsen

PROSJEKTRAPPORT

ISSN 0071-5638



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

MILJØ - RESSURS - HAVBRUK

Nordnesgaten 50 Postboks 1870 5817 Bergen

Tlf.: 55 23 85 00 Faks: 55 23 85 31

Forskningsstasjonen

Austevoll

Matre

Flødevigen

havbruksstasjon

havbruksstasjon

4817 His

5392 Storebø

5984 Matredal

Tlf.: 37 05 90 00

Tlf.: 56 18 03 42

Tlf.: 56 36 60 40

Faks: 37 05 90 01

Faks: 56 18 03 98

Faks: 56 36 61 43

Distribusjon:

ÅPEN

HI-prosjektnr.:

Oppdragsgiver(e):

Oppdragsgivers referanse:

Rapport:

FISKEN OG HAVET

NR. 4 - 2001

Tittel:

SAMMENLIGNING AV BIOLOGIEN TIL NOEN ØKOLOGISK
OG FISKERIMESSIG VIKTIGE ARTER I GRENLANDSFJORDENE
OG I RISØROMRÅDET I RELASJON TIL MILJØFORHOLD

Senter: Forskningsstasjonen
Flødevigen

Seksjon:

Forfatter(e):

Didrik S. Danielssen, Jakob Gjøsæter og Jan Atle Knutsen

Antall sider, vedlegg inkl.:

Dato:

20.03.2001

Sammendrag:

Grenlandsfjordene har tradisjonelt vært fiskerike og har gitt gode fangster av fiskearter som torsk, sild, brisling og sjøørret, og av reker, krabbe og til dels hummer. Området er imidlertid blant de mest industrialiserte i Norge, og fjordene fungerer som resipientområde både for lokal industri og for det meget vannrike Skiensvassdraget.

Risørfjordene er eksempel på et område som har en topografi og hydrografi som i noen grad kan ligne Grenlandsfjordene, men som ikke har industri av større betydning. Også fjordene ved Risør har vært fiskerike, og fremdeles fiskes en god del torsk og ål i området.

Fiskefaunaen på Skagerrakkysten er forholdsvis grundig undersøkt, og spesielt på yngel og strandsonefisk har man lange tidsserier. Det er dokumentert store variasjoner både i tid og rom i faunasammensetning, i biomasse og i rekruttering av en rekke viktige fiskeslag. Til tross for de store naturlige variasjonene har man klare indikasjoner på at Grenlandsfjordene skiller seg ut. Holmestrandsområdet er det eneste området på kysten mellom Kristiansand og Svenskegrensa som man vet viser likhetstrekk med Grenlandsfjordene. Begge disse områdene har mye industri, og det er grunn til å tro at de avvikene fra normalen som man kan se i disse områdene kan ha sammenheng med industriforensning. Man vet imidlertid svært lite om mekanismene som ligger bak.

Denne rapporten oppsummerer en del av det man vet om biologiske forhold på Skagerrakkysten generelt, og spesielt i Grenlandsområdet og i fjordsystemene ved Risør, og den kunnskap som er tilgjengelig diskuteres i relasjon til forensning.

Emneord - norsk:

1. Fiskesamfunn
2. Grenland
3. Forurensning

Emneord - engelsk:

1. Fish community
2. Greenland area
3. Pollution

.....
Prosjektleder

.....
Seksjonsleder

**SAMMENLIGNING AV BIOLOGIEN TIL NOEN ØKOLOGISK OG
FISKERIMESSIG VIKTIGE ARTER I GRENLANDSFJORDENE OG I
RISØROMRÅDET I RELASJON TIL MILJØFORHOLD**

Didrik S. Danielssen, Jakob Gjøsæter og Jan Atle Knutsen
Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen

SAMMENDRAG

Grenlandsfjordene har tradisjonelt vært fiskerike og har gitt gode fangster av fiskearter som torsk, sild, brisling og sjørret, og av reker, krabbe og til dels hummer. Området er imidlertid blant de mest industrialiserte i Norge, og fjordene fungerer som resipientområde både for lokal industri og for det meget vannrike Skiensvassdraget.

Risørfjordene er eksempel på et område som har en topografi og hydrografi som i noen grad kan ligne Grenlandsfjordene, men som ikke har industri av større betydning. Også fjordene ved Risør har vært fiskerike, og fremdeles fiskes en god del torsk og ål i området.

Fiskefaunaen på Skagerrakkysten er forholdsvis grundig undersøkt, og spesielt på yngel og strandsonefisk har man lange tidsserier. Det er dokumentert store variasjoner både i tid og rom i faunasammensetning, i biomasse og i rekruttering av en rekke viktige fiskeslag. Til tross for de store naturlige variasjonene har man klare indikasjoner på at Grenlandsfjordene skiller seg ut. Holmestrandsområdet er det eneste området på kysten mellom Kristiansand og Svenskegrensa som man vet viser likhetstrekk med Grenlandsfjordene. Begge disse områdene har mye industri, og det er grunn til å tro at de avvikene fra normalen som man kan se i disse områdene kan ha sammenheng med industriforensning. Man vet imidlertid svært lite om mekanismene som ligger bak.

Denne rapporten oppsummerer en del av det man vet om biologiske forhold på Skagerrakkysten generelt, og spesielt i Grenlandsområdet og i fjordsystemene ved Risør, og den kunnskap som er tilgjengelig diskuteres i relasjon til forurensning.

SUMMARY

The Grenland fjords have traditionally been rich in fish and have given good catches of many species as cod, herring, sprat and sea trout, and also of shrimps, crabs and lobster. The area is among the most industrialized in Norway, and the fjords are recipients both for the local industry and for the large Skien river system.

The Risør fjords are examples of areas having a topography and hydrography partly resembling the Grenland area, but without much industry. The Risør fjords have also been rich in fish, and still considerable quantities of cod and eel are landed in this area.

The fish fauna on the Skagerrak coast is studied rather carefully, and for juvenile fish and littoral fish long time series are available. Great variations have been shown both in time and space in species composition, in biomass and in recruitment to the most important fish species. Although there are large natural variations, there are clear indications that the Grenland area has a pattern different from the other areas. The Holmestrand area is the only one between Kristiansand and the Swedish border, showing a resemblance to the Grenland area. Both these areas have much industry, and it is reasonable to assume that the deviation from the rest of the Skagerrak coast is related to industrial pollution. Little is known, however, about the mechanisms causing this effects.

This report summarizes some of the available information about the biological conditions on the Skagerrak coast in general, and in the Grenland and Risør areas in particular. This information is discussed in light of the pollution.

INNLEDNING

Grenlandsfjordene har tradisjonelt vært fiskerike og har gitt gode fangster av fiskearter som torsk, sild og brisling, og av reker, krabbe og til dels hummer. I løpet av de senere år har interessen for å fiske sjørøret i sjøen generelt økt kraftig på Skagerrakkysten og dette har også vært tilfelle for Grenlandsfjordene.

Grenlandsområdet er imidlertid blant de mest industrialiserte i Norge, og fjordene fungerer som resipientområde både for lokal industri og for det meget vannrike Skiensvassdraget. Forurensningen har medført at det er innført strenge kostholdsreguleringer i området.

Risørfjordene er eksempel på et område som har en topografi og hydrografi som i noen grad kan ligne Grenlandsfjordene, men som ikke har industri av større betydning. Også fjordene ved Risør har vært fiskerike, og fremdeles fiskes en god del torsk og ål i området.

Skagerrakkysten, inkludert de nevnte fjordområdene, er meget viktig som rekreasjons område. Befolkningstettheten er mange steder stor, og den vokser sterkt i sommermånedene, da svært mange turister fra inn- og utland kommer hit. Dette medfører et betydelig rekreasjonsfiske i tillegg til de fiskeriene som drives av yrkesfiskere. Generelt er Skagerrakkysten forholdsvis lite forurenset, men man har en del industri- og havneområder der forurensningen skaper alvorlige problemer for utnyttelsen av ressursene lokalt (NÆS *et al.* 2000).

Denne rapporten oppsummerer en del av det man vet om biologiske forhold på Skagerrakkysten generelt, og spesielt i Grenlandsområdet og i fjordsystemene ved Risør (Fig. 1). Med Skagerrakkysten mener man i denne rapporten områdene mellom Søgne vest av Kristiansand og Nøtterø – Tjøme. Med Risør menes Søndeledfjorden, mens Skjærgården utenfor Risør er regnet med til Skagerrakkysten forøvrig. Oslofjorden og kysten av Østfold er utelatt da man tidligere har påvist at disse områdene avviker fra kysten lengre vest både i sammensetning og utvikling av fiskefauna, og i rekruttering av viktige arter av torskefisk (LEKVE *et al.* 1999; FROMENTIN *et al.* 1997).

Forurensning

Frierfjorden og utenforliggende områder har i de siste 10-20 år vært sterkt i fokus i forbindelse med store tilførsler av forurensende forbindelser til miljøet. Allerede i 1973 ble det påvist betydelige mengder klororganiske stoffer i sedimenter i fjorden (DANIELSEN og FØYN 1973) og forurensningene har medført store begrensninger på utnyttelsen av fisk og skalldyr til mat i området (jfr oppdatert oversikt gitt av KNUTZEN 1999).

Utslipp fra industrien har ført til høye konsentrasjoner av klororganiske miljøgifter (spesielt dioksiner) i sedimentene i Frierfjorden og Breviksfjorden. Særlig høye konsentrasjoner finnes i Gunnekleivfjorden mellom Skienselva og i Frierfjorden (NÆS og OUG 1991). Hovedkomponentene i avløpsvannet fra magnesiumfabrikken har vært penta- og heksaklorbenzen, oktaklorstyren og dekaklorbifenyl. I tillegg ansees stoffene polyklorerte dibenzofuraner og dibenzo-p-dioksiner (PCDF/PCDD) som enda mer miljøfarlige. For nærmere informasjon om utslipp av de sistnevnte stoffgruppene henvises det til KNUTZEN og GREEN (1990) og KNUTZEN & OHME (1988). Utslipp fra magnesiumsproduksjonen har også omfattet mindre mengder av polyklorerte benzener, styrener, naftalener (NÆS og OUG 1991).

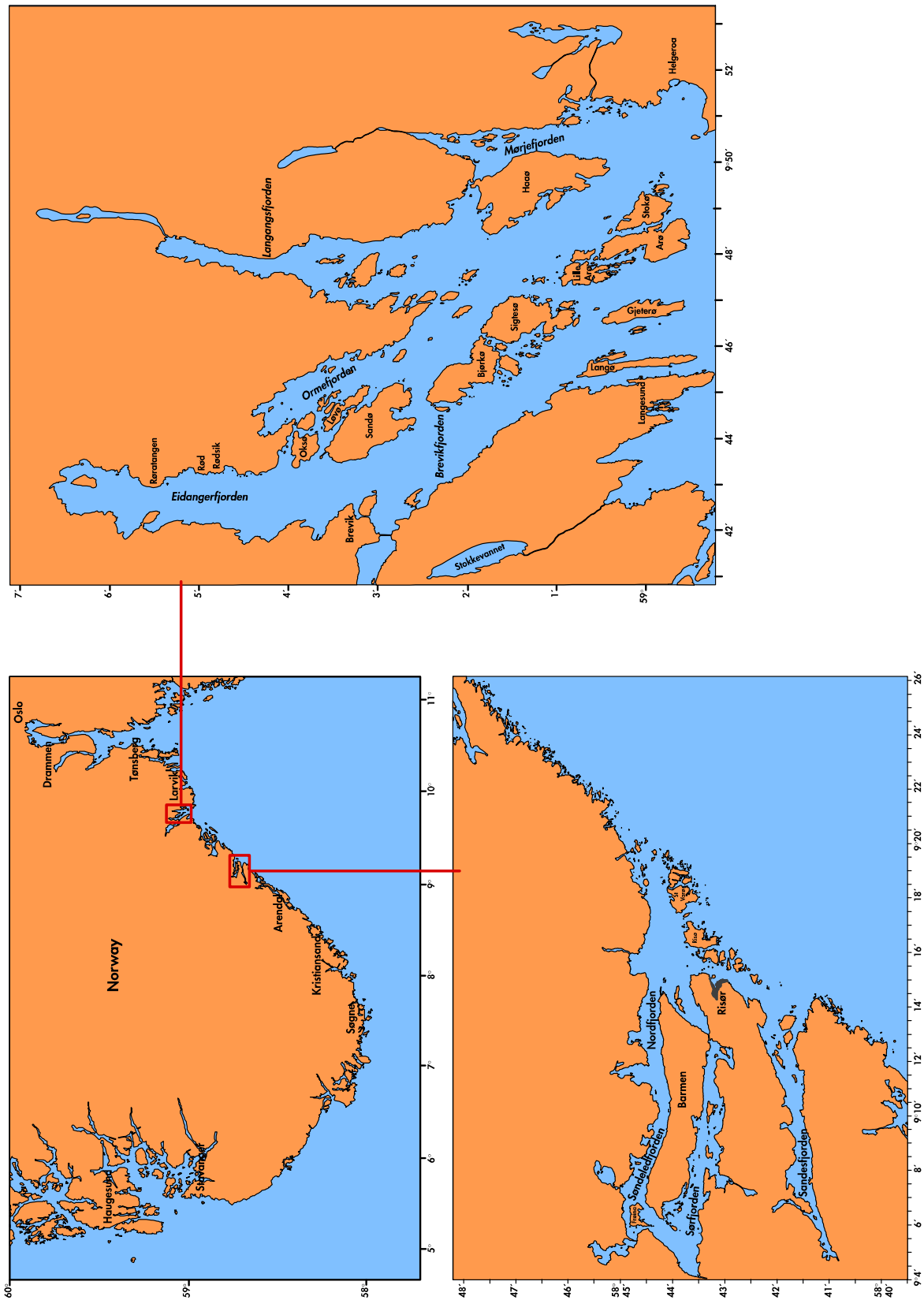


Fig. 1. Kart som viser de undersøkte områdene og geografiske navn brukt i rapporten. (Map showing the areas studied and the geographical names used in the report).

Sedimentene i Frierfjorden har også forhøyete konsentrasjoner av kvikksølv og spesielt mye i Gunnekleivfjorden (JARANDSEN 1990).

Sedimentene har også mottatt tilførsler som har gitt markerte overkonsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH, tjærestoffer) i Grenlandsområdet. Utslipet av disse stoffene ble betydelig redusert fra 1991 (NÆS 1999).

I forbindelse med den Statlige overvåkingen av Grenlandsfjordene ble sedimentprøver tatt av NIVA i 1997 (NÆS 1999). Resultatene viser at de klorerte forbindelsene generelt var redusert til under det halve av konsentrasjonen i 1989. For kvikksølv har det imidlertid kun vært små reduksjoner etter at direktetilførsler stoppet opp i 1987. Likeledes er det funnet små forandringer i konsentrasjonen av PAH i sedimentene selv etter en kraftig reduksjon i utslippene (1991) (SFT 1989; KNUTZEN & GREEN 1990). Utslipet utgjør i dag ca 0,5 kg pr år (NÆS 1999).

Selv om konsentrasjonene har avtatt, er sedimentene i Grenlandsområdet fremdeles tildels betydelig forurensset for flere stoffgrupper. I henhold til SFTs kvalitetskriterier, klassifiseres sedimentene som markert til tildels meget sterkt forurensset med hensyn til dioksiner, sum DDT og PAH (NÆS 1999). Sedimentene er fra lite til markert påvirket av PCB og kvikksølv. Det ble også observert en betydelig påvirkning av polyklorerte naftalener.

Biologiske prosesser

For å forstå hvordan miljøforholdene påvirker de økonomisk interessante organismene i et område, er det nødvendig å kjenne deres biologi. Det betyr i denne sammenheng deres livssyklus og rekruttering, deres vandringer og ikke minst deres plass i næringsnettet (e.g. BERGSTAD *et al.* 1996; DAHL *et al.* 1983; GJØSÆTER 1990a; GJØSÆTER *et al.* 1996).

Kunnskap innen samfunnsøkologi, med særlig vekt på fisk, er også viktig for å kunne belyse hvordan miljø påvirker fisken og de andre organismene i et område. Det er gjort forholdsvis lite undersøkelser i forurensede områder som Grenlandsfjordene, men undersøkelser fra andre, nærliggende områder kan være relevante. Det finnes publiserte undersøkelser av bunnfisk i skjærgården ved Risør og Arendal (HOP *et al.* 1992, 1994), Karmøy (HØINES *et al.* 1995, 1998) og i Norskerenna (BERGSTAD 1991a, 1991b), dessuten økologiske studier av fisk og mikronekton i Risør og Kristiansandsfjorden (BERGSTAD *et al.* 1996). Dette er samfunns- og næringsnettstudier hvor en nettopp har fokusert på predator-bytterelasjoner mellom fisk og pelagiske og bentiske byttedyr.

For å kunne påvise forandringer i et område, er tidsserier et svært nyttig hjelpemiddel. De meget lange tidsseriene med strandnotundersøkelser som Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen har gjennomført langs Skagerrakkysten hver høst, gir et godt grunnlag for å påvise forandringer, og for å vurdere hvilke forandringer som er "normale" og hvilke som er "unormale" (se for eksempel TVEITE 1984; GJØSÆTER og DANIELSSEN 1990; JOHANNESSEN og SOLLIE 1994; FROMENTIN *et al.* 1997, 1998; LEKVE *et al.* 1999).

EVERTEBRATFAUNA PÅ SKAGERRAKKYSTEN OG I GRENLANDSFJORDENE

Faunaen tilknyttet ulike bunntypehabitater er ellers beskrevet av CHRISTIE (1997) for noen utvalgte lokaliteter på Skagerrakkysten. De mest dominerende og viktigste dyregruppene som er funnet i disse prøvene samlet inn i algebeltet er flerbørstemark (Polychatea) med 18 arter, snegl (Mollusca) med 25 arter, tanglus (isopoder) med 9 arter, tanglopper (amfipoder) med 40 arter og øvrige krepsdyr med 20 arter. Undersøkelsen viste klart at makroalger på hardbunn og ålegras på bløtbunn inneholder en arts- og individrik fauna. En stor del av faunaen er bevegelige arter. Med over 150 arter og individtetteheter opp i mot 150 000 pr kvm danner algebeltet og ålegrassamfunnet et betydelig dyresamfunn.

Børstemarkfaunaen i norske gruntvannsområder er beskrevet av (STØP-BOWITZ 1971; URSING 1971). Det finnes et stort antall børstemark i marine systemer. Noen få av dem er pelagiske, mens de langt fleste holder til i og på bunnen. Ernæringsmåte hos ulike arter varierer, noen lever av mikroorganismer og detritus, mange er sand og slamspisere, mens atter andre filtrerer ut suspendert materiale ved hjelp av flimmerhårliknende tentakler. De artene som er vanligst å finne i magene til torsk og sjøørret er Nereisartene: *Nereis pelagica*, *N. Diversicolour* og *N. virens*. Nereisartene spiser først og fremst mikroorganismer og detritus, mens *Arenicola marina* er en slamspiser som tar noe plankton. Munnapparatets oppbygging gir god antydning om hva de spiser. *Nereis (Hediste) diversicolor* er vanlig i tidevannssonen på bløtbunn på samme måte som *Arenicola marina*. Litt dypere finner man den store *Nereis virens*, som er kjent for sportsfiskere fordi den kommer ut av sedimentet i forbindelse med gyting tidlig i mai. Alle disse lever i rør og avsetter avføring på bunnen. *Nereis pelagica* er også meget tallrik, men lever mer blandt stein og alger fra fjæra og nedover.

Den demersale macrofaunaen i Grenlandsfjordene er forholdsvis grundig undersøkt og analysert bl. a. av GRAY *et al.* (1988) og RYGG (1998). (Se også BAYNE *et al.* 1988).

Planktonsamfunnet i Grenlandsfjordene ble regelmessig undersøkt av DAHL, ELLINGSEN og TVEITE (1974, 1976, 1979) i en periode fra 1974 - 1978. (For en oppsummering se DAHL, ELLINGSEN og TVEITE 1983). De fant at hoppekreps (copepoder) dominerte (50 – 90% i volum). Krill kom på andre plass, unntatt om våren da larver av ulike bunndyr var viktigere. Mellom copepodene var *Calanus* spp. dominerende på alle stasjoner og under hele undersøkelsesperioden. Vanligvis fulgte *Temora longicornes* og *Pseudocalanus elongatus* på de neste plassene, men om høsten kunne *Centropagus typicus* være mer tallrik.

DET LITORALE OG SUBLITORALE FISKESAMFUNN PÅ SKAGERRAKKYSTEN OG I GRENLANDSFJORDENE

Siden 1953 har Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen hver høst (september – oktober) tatt prøver med strandnot på en rekke faste stasjoner på Skagerrakkysten, bl.a. i Grenlandsfjordene. I dag tas 10 stasjoner i Grenlandsfjordene, mens tallet tidligere var noe høyere. I Risørområdet tas ca 12 stasjoner og på Skagerrakkysten øst til Nøtterø – Tjøme ca 90 stasjoner. Fram til 1988 ble kommersielle arter og en del andre arter av spesiell interesse talt, mens øvrige arter bare ble registrert i henhold til en mengdeindeks. Etter 1988 er alle arter talt.

Antall arter pr trekk i strandnot hadde en tydelig nedgang i Grenlandsområdet på 1960-tallet, og i 1970-åra var artsantallet betydelig lavere i Grenland enn ellers på Skagerrakkysten (Fig. 2). På 80- og 90-tallet ble det også stort sett fanget færre arter pr trekk i Grenlandsområdet enn ellers, men forskjellen har vært langt mindre. På 90-tallet ble det tatt omtrent like mange arter i Grenlandsområdet som på 50-tallet, men likevel var antallet noe lavere enn på kysten for øvrig. Risørområdet har stort sett fulgt kysten for øvrig, unntatt på 70-tallet da det var en tydelig høyere topp i artsantallet i Risørområdet enn på kysten ellers.

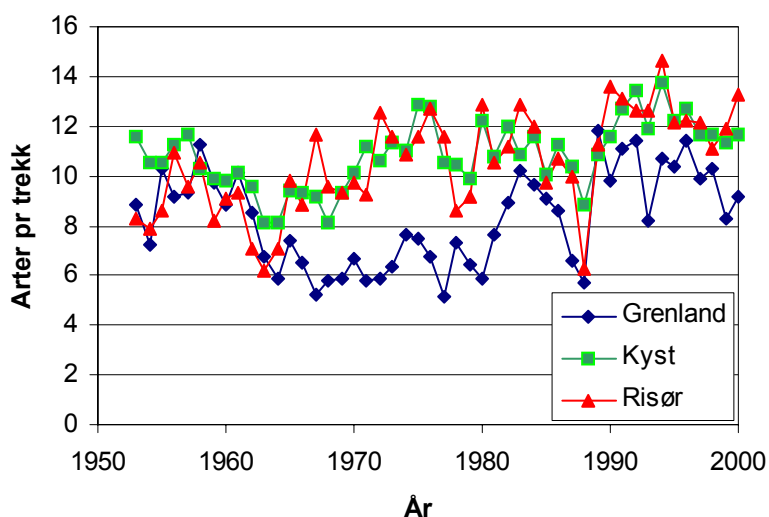


Fig. 2. Gjennomsnittlig antall arter pr strandnottrekk i Grenlandsområdet, i Risørområdet og på Skagerrakkysten totalt. (Mean number of species per beach seine haul in the Grenland area, the Risør area and on the Skagerrak coast in total).

Arter som ble tatt i mer enn 0,5 individ pr trekk er vist i Tabell 1. Brisling, sild, svartkutling og hvitting var mest tallrike, både i Grenlandsfjordene og på Skagerrakkysten forøvrig. Tangkutling er også svært viktig, men mye av den går gjennom nota, og man har derfor ikke noe kvantitativt mål for mengden av denne arten. De fleste arter unntatt sild, ål og skrubbe var mer tallrike utenfor Grenlandsfjordene enn innenfor. Silda, som i hovedsak fanges i strandnota som 0-gruppe, antas å ha viktige gytefelter i Grenlandsfjordene. Ålen vandrer gjennom fjordsystemet til oppvekstområdene i ferskvann, og tilbake mot gyteområdene. Den er derfor bare knyttet til fjorden gjennom kortere deler av sin livssyklus. Skrubba regnes som en meget robust fisk som ofte finnes i forurensa områder, og det er derfor ikke overraskende at den er tallrik i Grenlandsområdet.

Tabell 1. Gjennomsnittlig antall pr trekk i strandnot av de mest tallrike artene i perioden 1989 – 1998.

Gjennomsnittlig antall for Skagerrakkysten (unntatt Grenland) er også vist. (*Mean number of beach seine hauls of the most numerous species in the period 1989-1998. The mean for the Skagerrak coast [except Grenland] is also shown.*)

Art	Grenland	Skagerrak kysten
Brisling	199.01	227.90
Sild	80.44	20.34
Svartkutling	19.81	41.02
Hvitting 0-gr	18.94	29.29
Stingsild	11.52	35.53
Sandkutling	6.92	8.60
Bergnebb	5.83	17.94
Torsk 0-gr	5.61	10.91
Grøngylt	2.58	7.11
Taggmakrell	1.74	17.68
Skrubbe	1.26	1.16
Strandkrabbe	0.96	1.13
Torsk eldre	0.52	0.99
Ål	0.52	0.16
Berggylt	0.51	0.96

En sammenligning av fangster i strandnot i de første åra Grenlandsfjordene ble undersøkt og situasjonen i dag er vist i Tabell 2. Da det bare foreligger indekser for forekomsten av mange arter før 2000, er andel av trekka en art forekommer i brukt som mål i tabellen. Bare arter som har økt eller avtatt mer enn 10% er tatt med i tabellen.

Grønngylt, berggylt, sandkutling og svartkutling og yngel av sei er arter som var tatt hyppigere i de siste år enn på 50-tallet, både i Grenlandsområdet og på Skagerrakkysten ellers. Eldre torsk, 0-gruppe av lyr, tangsneller og sypike fører til arter som er tatt sjeldnere enn før i hele området.

De mest interessante gruppene i denne sammenheng er de som har hatt en annen utvikling i Grenlandsfjordene enn ellers på Skagerrakkysten. Stingsild er økt betydelig i Grenlandsområdet, men ikke ellers. Brisling og 0-gruppe sild har også økt mer i Grenlandsområdet enn ellers. Dette er arter som er lite stedbundne, og det store forekomstene av sildeyngel i området, skyldes sild som kommer inn i fjordområdet for å gyte (DANNEVIG 1930; DANIELSEN 1974).

0-gruppe torsk, 0-gruppe hvitting, tangkutling, glass kutling og krystallkutling ble tatt sjeldnere den siste perioden i Grenlandsområdet, men ikke på resten av kysten. Bergnebb og 0-gruppe av taggmakrell har hatt en klar økning på Skagerrakkysten generelt men ikke i Grenlandsfjordene.

For mange arter er deknningen av bunnvegetasjon viktig. Derfor ble dekningsgraden i trekka anslått etter en skala fra 0 (ingen vegetasjon) til 5 (bunnen helt dekket). I Grenlandsområdet var middels dekningsgrad 2,1 for perioden 1953–1963 og 2,6 for perioden 1989–1998. Tilsvarende tall for øvrige deler av Skagerrakkysten var 2,8 og 3,0. Det ser derfor ikke ut til at dekningsgraden kan forklare forskjellene i artsrikdom mellom periodene.

Tabell 2. Andel av strandnottrekk (i prosent) der de forskjellige fiskearter ble tatt i periodene 1953 – 1963 og 1989 – 2000. Tilsvarende tall er vist både for Grenlandsområdet og for Skagerrakkysten unntatt Grenland. (*Proportion of beach seine hauls (%)*).

	Grenland			Skagerrakkysten		
Periode	1953 til 1963	1989 til 2000	Forandring	1953 til 1963	1989 til 2000	Forandring
Antall trekk	129	121		962	897	
<i>Alle øker</i>						
Grøngylt	10	54	44	8	78	70
Sand- og Svartkutling	67	97	30	73	94	21
Sei 0-gr	5	20	15	9	25	15
Berggylt	16	24	8	20	40	20
Taggmakrell	2	11	9	2	18	16
<i>Grenland lite forandret - andre områder opp</i>						
Bergnebb	50	47	3	64	81	17
<i>Grenland opp - andre ned eller uforandret</i>						
Sild	5	18	13	5	10	5
Brisling	10	18	8	9	13	5
Stingsild	9	34	25	35	33	-3
<i>Grenland ned - andre uforandret</i>						
Torsk 0-gr	74	56	-17	76	75	-1
Hvitling 0-gr	80	65	-15	81	80	0
Tangkutling	65	50	-16	68	66	-3
Krystall- og Glasskutling	27	16	-11	11	9	-2
<i>Alle områder ned</i>						
Torsk eldre	61	19	-42	52	26	-25
Lyr 0-gr	38	10	-28	73	25	-48
Tangsnelle og Kantnål	29	20	-10	51	34	-17
Sypike	19	7	-13	23	5	-18

Den pelagiske faunaen i Grenlandsfjordene er dominert av sild og brisling (BERGSTAD *et al.* 1996). En vet mindre om den sublitorale fiskefaunaen. Andre steder på Skagerrakkysten har Havforskningsinstituttet fisket med trollgarn og ruser. Torsk, berggylt, lyr og skrubbe har dominert i garnfangster (GJØSÆTER *et al.* 1996; SOLGAARD 1998). I åleruser satt på dyp mellom 4 og 10 m dominerer torsk, mest 0- og I-gruppe, grønngylte og ål (GJØSÆTER *et al.* upubliserte data).

HVOR STEDBUNDNE ER FISK OG ANDRE DYR

For torskens vedkommende vet man en hel del om dette fordi man har gjennomført en rekke merkeforsøk. LØVERSEN (1946) merket torsk flere steder på Skagerrakkysten, DANIELSSEN (1969) og DANIELSSEN og GJØSÆTER (1986) merket torsk på Danskesiden av Skagerrak og utenfor Grenland, og DANIELSSEN og GJØSÆTER (1994) merket fisk i Risørområdet (Fig. 3, 4, 5). Disse undersøkelsene viser at kysttorsken er svært stedbunden (Fig. 6), mens fisk som fanges på sørsiden av Norskerenna som synes å tilhøre en annen bestand, vandrer mer (Fig. 5).

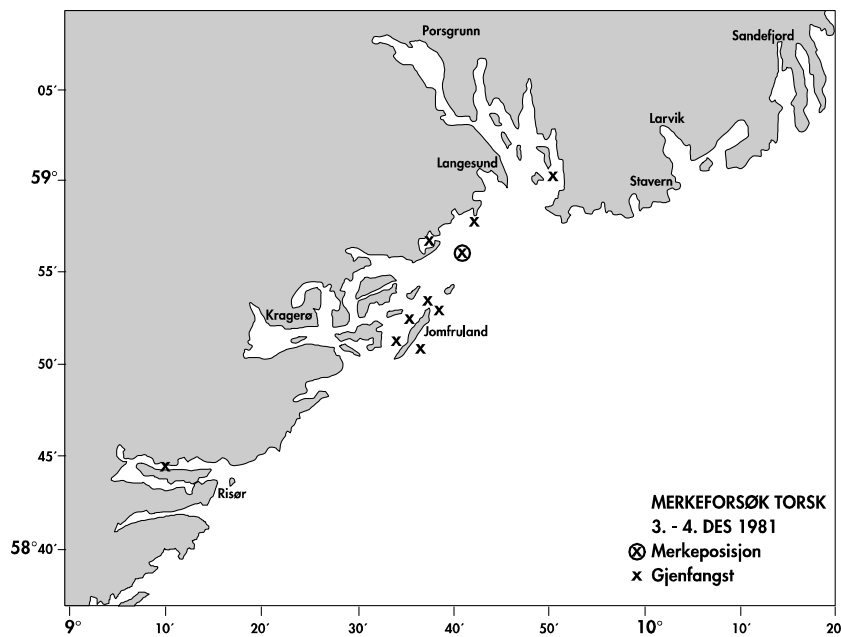


Fig. 3. Merkeforsøk av torsk ved Langesund i 1981. Fra Danielssen og Gjøsæter 1986. (*Tagging experiments on cod at Langesund in 1981. From Danielssen and Gjøsæter 1986.*)

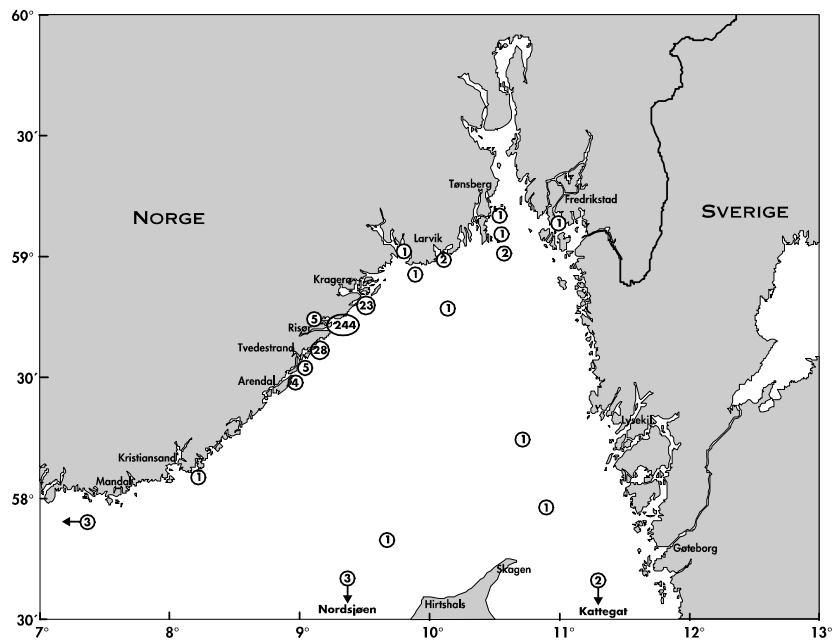


Fig. 4. Merkeforsøk i Risørområdet i 1970 - 1971. Tallene med ring rundt indikerer hvor mange fisk som ble gjenfanget i vedkommende område. Totalt ble 840, de fleste ett til tre år gammel fisk merket og utsatt. Data fra Danielssen 1994. (Tagging experiments in the Risør area 1970-1971. The circled numbers indicate the number of fish recaptured in the area. Totally 840 fish aged one to three years were tagged and released. Data from Danielssen 1994).

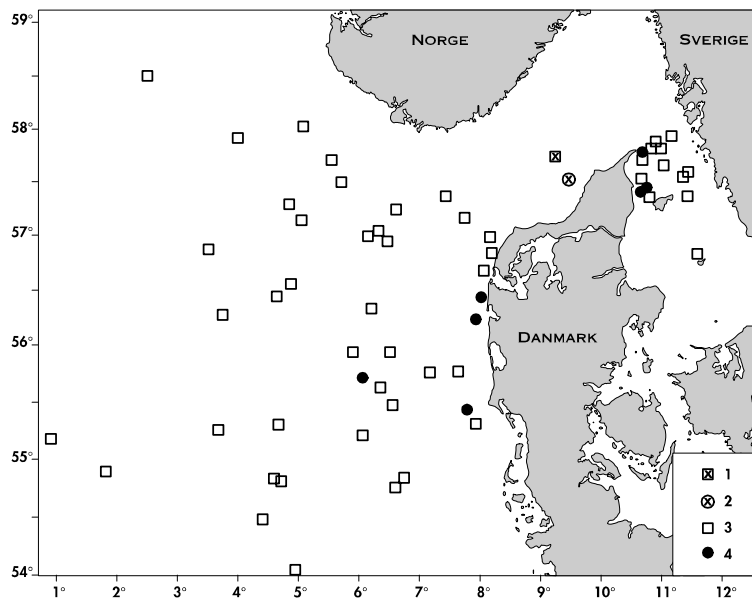


Fig. 5. Merkeforsøk av torsk syd for Norskerenna i Skagerrak 1954 - 1965. 1 og 2 utsetting 3 og 4 gjenfangster. 81% ble gjenfanget i Skagerrak, 14% i Nordsjøen og 5% i Kattegat. Fra Danielssen 1969. Tagging experiments on cod south of the Norwegian trench in the Skagerrak 1954-1965. 1 and 2 are releases, 3 and 4 recaptures. 81% were recaptured in the Skagerrak, 14% in the North Sea and 5% in the Kattegat. From Danielssen 1969).

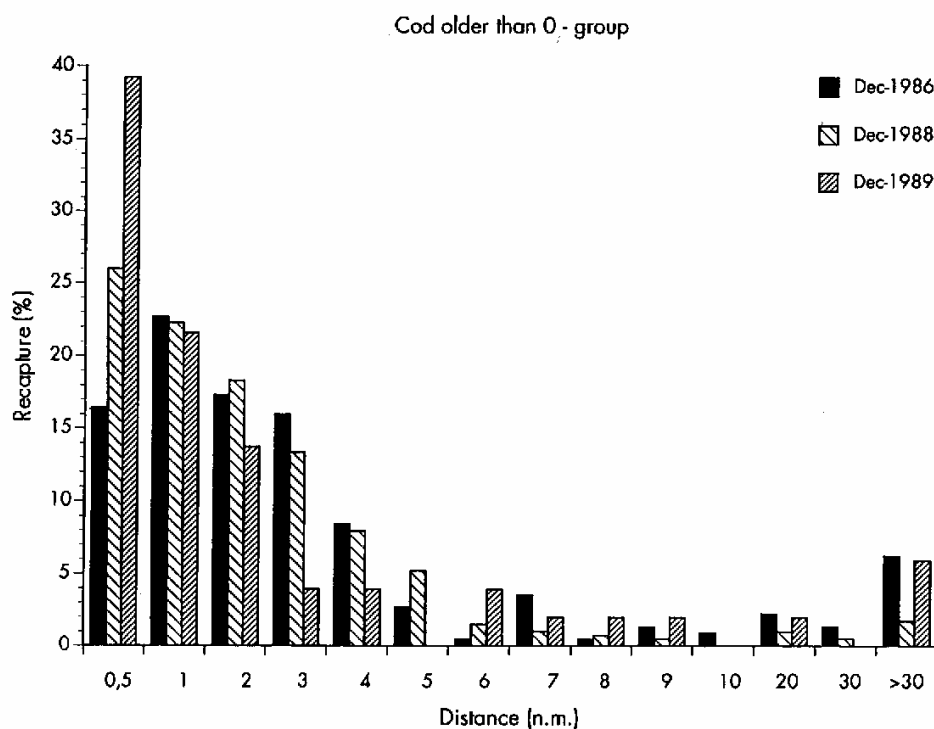


Fig. 6. Vandring av torsk merket og utsatt i Risørområdet. Fra Danielssen og Gjøsæter 1994. (*Migration of cod tagged and released in the Risør area. From Danielssen and Gjøsæter 1994*).

Man vet at fiskearter som sild (DANIELSSEN 1969, 1974) og makrell (IVERSEN 1974) i området er lite stedbundne, og kan vandre over forholdsvis store avstander. Man antar at dette også gjelder for brisling (ELLINGSEN 1974).

Sjørreten, som er en meget viktig art for sportsfiskere på Skagerrakkysten, foretar ikke lange næringsvandringar ute i havet slik som laksen. De minste sjørretene finnes inne på fjordsystemenes gruntvannsområder, mens større sjørret vanligvis finnes ytterst i skjærgården helt ut mot havet. Inne i fjordsystemene oppholder sjørreten seg på noe dypere vann på dagen, men når det går mot kveld trekker den gjerne in på grunt vann hvor det er gode næringsforhold. Noen av de største sjørretene reiser imidlertid et godt stykke ut, og gamle makrellfiskere som har fisket med garn midt ute i Skagerrak kan fortelle at det ikke var uvanlig å få stor havgående sjørret her. Men denne havgående sjørreten er den man vet aller minst om.

Ålen vandrer gjennom fjordsystemene på vei inn mot sine oppvekstområder i ferskvann, og på vei tilbake mot gytefeltene. Man vet ikke hvor lenge ålen oppholder seg i fjordene under disse vandringene, men det er grunn til å tro at det er forholdsvis kort tid sammenlignet med den tid de oppholder seg i ferskvann.

Krabben kan ha lange, motstrøms gytevandringar (WOLL og VAN DER MEEREN 1997), men man har liten detaljkunnskap om atferden til krabbe i større fjordsystemer som Grenlandsfjordene og i Risørområdet.

Kystbestander av hummeren synes generelt å være stedbundne (PHILLIPS et al. 1980), og merkeforsøk i Skagerrak viser det samme (TVEITE 1970, og pers com.).

Man vet lite om rekenes eventuelle vandringer, men det er grunn til å tro at de er relativt stedbundne etter larvestadiet.

REKRUTTERING AV TORSK I GRENLANDSOMRÅDET OG PÅ SKAGERRAKKYSTEN FOR ØVRIG

Fra strandnotundersøkelsene i Grenlandsområdet startet i 1953 og framover til midten av 60-tallet var Grenlandsfjordene svært produktive med hensyn til torsk. Fram til 1966 var det normalt like mye eller oftest mer 0-gruppe torsk i Grenlandsområdet enn på Skagerrakkysten for øvrig. På midten av 60-tallet var det en drastisk reduksjon i rekrutteringen i Grenlandsfjordene, mens det ikke var noen tilsvarende utvikling på Skagerrakkysten generelt. Mellom 1966 og 1996 var det med unntak av 1985 ingen sterke årsklasser i området. 1991-årsklassen kan karakteriseres som middels, mens de øvrige årsklassene var svake. I denne perioden var det nesten aldri like mye eller mer fisk i Grenlandsområdet enn på kysten ellers (Fig. 7). Fig. 7 viser også forløpet til rekruttering av torsk i Risørområdet, et fjordsystem som kan minne noe om Grenlandsfjordene. I grove trekk viser rekrutteringen i Risør samme forløp som på kysten totalt.

Den første som påviste denne forandringen i torskerekrutteringen i Grenlandsfjordene var Tveite (1984). Han antydte at miljøforandringene var årsaken til denne utviklingen.

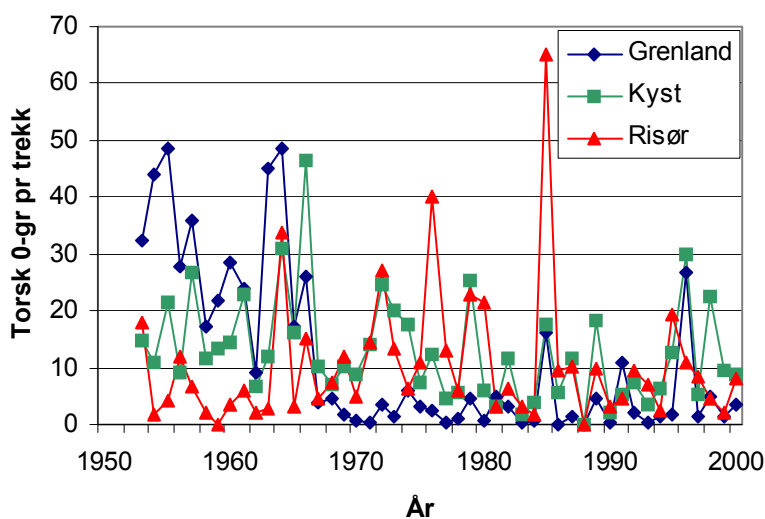


Fig. 7. Årlig gjennomsnittsantall 0-gruppe torsk pr strandnottrekk i Grenlandsområdet, i Risørområdet og på Skagerrakkysten totalt. (Annual mean number of 0-group cod per beach seine haul in the Grenland area, the Risør area and on the Skagerrak coast in total).

Tar man differansen mellom årlig gjennomsnittsantall 0-gruppe torsk pr strandnottrekk i henholdsvis Grenlandsområdet og på Skagerrakkysten totalt, ser man det samme (Fig. 8). Her ser man at rekrutteringen i Grenlandsområdet før 1965 var bedre enn på Skagerrakkysten generelt. Det inntreer en forandring på midten av 1960-tallet. Etter det er det bare to ganger tatt mer 0-gruppe torsk i Grenland enn gjennomsnitt på Skagerrakkysten, Forskjellen var

imidlertid ikke signifikant disse åra heller. Det kan være verd å legge merke til at den siste meget gode rekrutteringen vi hadde i Grenlandsfjordene i 1996, falt sammen med en total vannutskifting.

Tilsvarende tall for Risør, som også er tatt med på Fig. 8, ligger vekselvis over og under gjennomsnitt for hele perioden, men mest under fram til omkring 1980.

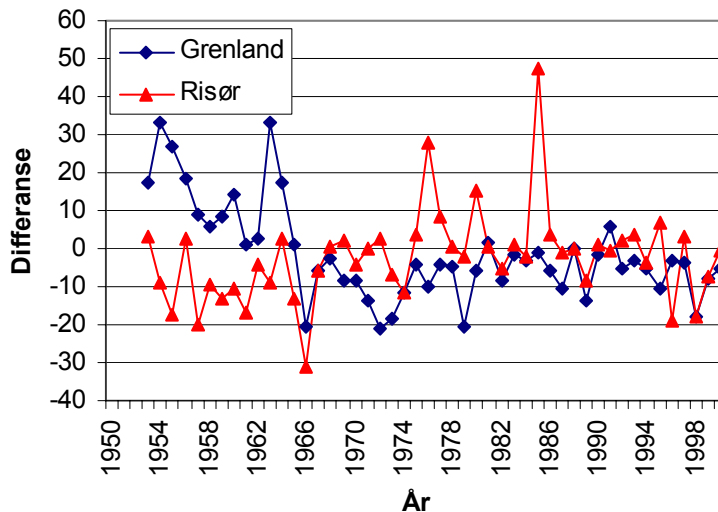


Fig. 8. Differansen i årlig gjennomsnittsantall 0-gruppe torsk pr strandnottrekk i henholdsvis Grenlandsområdet og Risørområdet i forhold til Skagerrakkysten totalt. *(The difference in annual mean number of 0-group cod per beach seine haul in the Grenland area and the Risør area compared to the Skagerrak in total).*

Ser man på eldre torsk, i hovedsak I-gruppe ser man også at Grenlandsfjordene lå høyt før ca 1965 (Fig. 9). Senere har det ikke vært noen systematisk forskjell mellom områdene (Fig. 10). Det ser altså ut til at selv om antallet 0-gruppe torsk pr trekk i Grenlandsfjordene de siste 30 år har ligget lavere enn på Skagerrakkysten for øvrig, er det like mye I-gruppe. Dette kan bety at det er rekruttering til 0-gruppen som har sviktet mens overlevingen videre synes å ha vært like god. Dette kan ha minst tre årsaker; 1) Det er for lite gyting eller gyteproduktene er av for dårlig kvalitet eller 2) Det er for stor dødelighet på larve og/eller yngelstadiet eller 3) Torsk fra tilgrensende områder siger inn og erstatter den manglende lokale rekrutteringen. Mengden med I-gruppe torsk er imidlertid så små at en må være forsiktig med å trekke slutninger. Tilgjengelige data kan heller ikke avgjøre om noen av de nevnte hypotesene er riktige, men det kan være verdt å se nærmere på hvordan de giftstoffene som finnes i Grenlandsfjordene virker på torskens fertilitet og på dens næringsorganismer.

Det er kostholdsrestriksjoner for fisk fra Grenlandsområdet på grunn av høyt innhold av dioksiner fra tidligere utslipp fra industrien. Det er ikke kjent hvordan og i hvilken grad disse giftstoffene virker på torskens fertilitet, og heller ikke på økosystemet for øvrig. Ut fra det man generelt vet om virkningene av dioksiner, er det imidlertid ikke urimelig at rekrutteringen av fisk blir skadelidende.

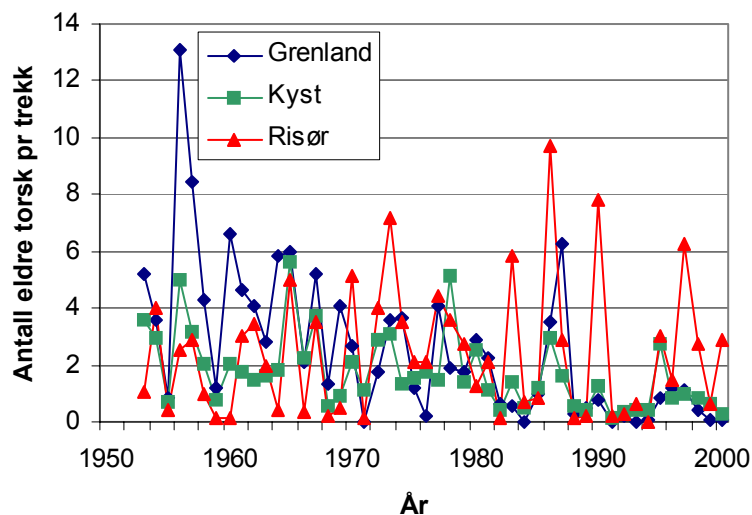


Fig. 9. Årlig gjennomsnittsantall eldre torsk (hovedsakelig I-gruppe) pr strandnottrekk i Grenlandsområdet, i Risørområdet og på Skagerrakkysten totalt. (Annual mean number of cod [mainly I-group] per beach seine haul in the Grenland area, the Risør area and on the Skagerrak coast in total).

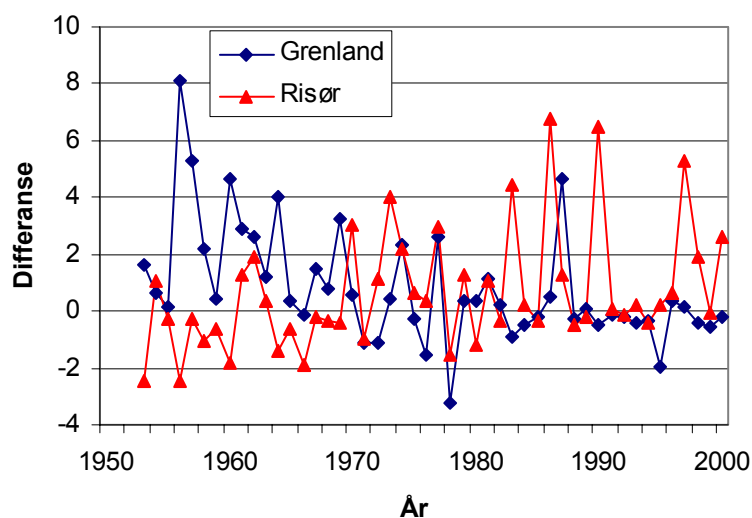


Fig. 10. Differansen i årlig gjennomsnittsantall eldre torsk pr strandnottrekk i henholdsvis Grenlandsområdet og Risørområdet og Skagerrakkysten totalt. (The difference in annual mean number of older cod per beach seine haul in the Grenland area and the Risør area compared to the Skagerrak coast in total).

MENGDE AV SJØØRRET OG ÅL I OMRÅDET

På grunn av at det er få trekk i Grenlandsområdet, er variasjonen i middelverdiene mye større enn på Skagerrakkysten generelt, og det må derfor legges liten vekt på enkeltverdier. Nivået og trendene for sjøørret ser imidlertid ikke ut til å avvike mye fra Skagerrakkysten forøvrig (Fig. 11). Det synes altså som at Grenlandsfjordene er middels godt område for sjøørret. Risør gav en del høye verdier i 1960-åra, og er nå igjen oppe på et rimelig nivå etter en meget svak periode fra 1970 til midten av 1990-åra.

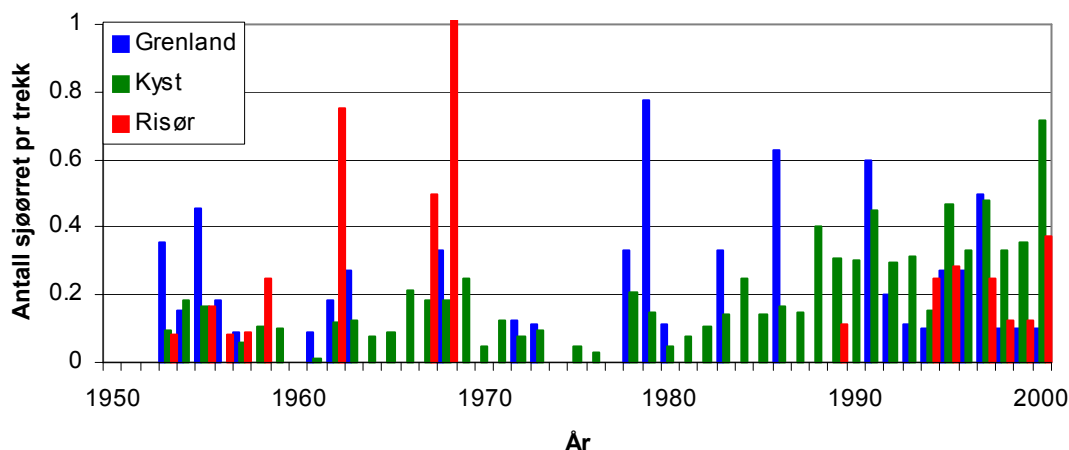


Fig. 11. Fangster av sjøørret i strandnot i Grenlandsfjordene, i Risør og på Skagerrakkysten forøvrig i september – oktober 1953 – 2000. (*Beach seine catches of sea trout in the Grenland fjords, in Risør and on the Skagerrak coast in September – October 1953-2000.*)

Grenlandsfjordene har gitt mye mer ål enn Risør og Skagerrakkysten for øvrig (Fig 12). På slutten av 1980-tallet ser det imidlertid ut til at mengden av ål har avtatt klart i Grenland, mens det er tendenser til en økning i Risør. På kysten ellers er det ingen klare tendenser. I år 2000 ble det ikke fanget ål verken i Grenland eller Risør.

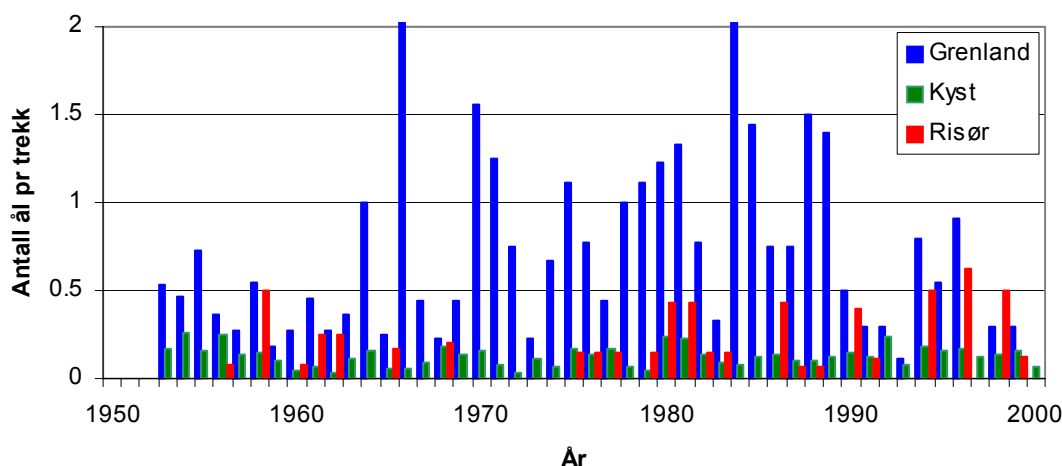


Fig. 12. Fangster av ål i strandnot i Grenlandsfjordene, i Risørområdet og på Skagerrakkysten forøvrig i september – oktober 1953 – 2000. (*Beach seine catches of eel in the Grenland fjords, in Risør and on the Skagerrak coast in September – October 1953-2000.*)

ERNÆRING HOS NOEN FISKEARTER I FJORDER PÅ SKAGERRAKKYSTEN

Ernæring av torsk

Torskens næringsvalg i fjordene i Risørområdet og utenfor Flødevigen ved Arendal er bl.a. studert av GJØSÆTER (1988, 1990a), HOP *et al.* (1992, 1993, 1994) og FJØSNE og GJØSÆTER (1996).

Torsken er typisk opportunist, og næringsvalget synes å avspeile og hva som er tilgjengelig. Den minste torsken (<15 cm.) tar mest små krepsdyr, men spiser også muslinger, snegler og børstemark. Om høsten begynner den unge torsken også å spise små kutlinger.

Om vinteren spiste større torsk mest reker, krabbe og fisk. Fisk utgjorde det meste av føden i vekt (over 50%), mens krepsdyra dominerte i antall. Dominansen av fisk som byttedyr, økte med størrelsen på fisken. Blant fisk dominerte kutlinger, med torskefisk og sildefisk på de neste plassene.

Om våren og sommeren tok torsken mer krabber og mindre fisk og reker. Om høsten var igjen fisk dominerende fulgt av krabber.

I områder med god tilgang på børstemark, kan disse utgjøre en stor del av mageinnholdet om vinteren og våren. I området utenfor Flødevigen dominerte børstemarkene både i vekt og antall i prøver fra vinter og vår.

Den yngste torsken tar i noen grad planktoniske krepsdyr, men holder seg helst til organismer som er assosiert med tang og tare. Det aller mest av byttedyra til eldre torsk er assosiert med bunnen, og finner sin føde der. Unntaket er noen av fiskeartene som er mer assosiert med det pelagiske næringsnett.

De undersøkelsene som er foretatt viser altså at torsken i hovedsak er predator i et bentisk næringsnett. Den overveiende del av byttedyrene antas også å være svært stasjonære. Hvis bunndyra inneholder giftstoffer er det derfor svært sannsynlig at disse vil kunne tas opp og eventuelt akkumuleres i torsken.

Ernæring av sjørret i marint miljø

KNUTSEN *et al.* (1996) undersøkte mageinnholdet i sjørreten som ble fanget i sjøen i Arendalsområdet på den norske Skagerrakkysten. Det ble tatt flest 3 åringer, men 2 og 4 åringer var også tallrike. Svært få ett åringer og syv åringer ble fanget. Lengdefordelingen hadde en topp ved 300–400 mm: De minste fiskene målte mellom 100 og 200 mm, og det største mellom 600 og 700 mm.

57% av den undersøkte fisken hadde mageinnhold. Andeler fisk med mageinnhold var lavest i juni (ca. 45%) og høyest i juli, august og september (ca. 80%). Den yngste fisken hadde lavere andel av tomme mager enn eldre fisk. De fiskene som hadde mat i magene, hadde høyest gjennomsnittlig fylling i perioden juni-september. Sjørreten tar mye av sin føde fra vannoverflaten, men spiser også fisk, krepsdyr og børstemark fra strandsonen, og pelagiske fisk som sild og brisling. Insekter ble funnet i flest mager, og blant insektene var mygg dominerende. Deretter fulgte fisk med sild/brisling, tangkutling og tobis som dominerende arter. Sjørreten som vandrer ut som smolt synes å tre- firedoble sin vekt i løpet av tre sommermåneder i sjøen.

Sjørreten inngår derfor både i det pelagisk og det bentisk næringsnett, i tillegg til at den tar en rekke insekter fra luften og fra vann som strømmer ut fra elvene. Spesielt børstemark som

ble funnet i omkring 10% av magene kan være en viktig overføringskanal for miljøgifter i bunnsubstrat og bunnfauna.

Ernæring av andre arter

Kutlinger utgjør en viktig del av næringskjeden som går bl.a. til torsk og sjørret. De kutlingartene som er dominerende i Grenlandsfjordene er svartkutling, sandkutling og tangkutling. Svartkutling og sandkutling spiser tanglus, små krabber og hoppekreps som lever på og ved bunnen. Svartkutlingen tar også en del fisk (HESTHAGEN 1977; JAQUET & RAFFAELLI 1989, NASH 1984; VAAS *et al.* 1975; WIEDERHOLM 1987; ZANDER 1979, 1990; FJØSNE & GJØSÆTER 1996). Tangkutling lever hovedsakelig av planktoniske hoppekreps (COSTELLO *et al.* 1990).

Trepigget stingsild tar et bredt utvalg av næringsorganismer, både pelagisk og på bunnen; insekt og insekt larver, små krepsdyr, skjell, børstemark og egg og larver fra fisk. Generelt foretrekker de plankton, men betydningen av bentiske dyr øker hvis mengden zooplankton avtar (IBRAHIM & HUNTINGFORD 1989).

I mai spiser 0-gruppe hvitting nesten bare hoppekreps (calanoide copepoder). I juni og juli er pungreker (mysider) og tanglopper viktigste bytte, men små fisk som kutlinger øker sterkt i betydning. Fra august er det fisk og reker som vanligvis dominerer, men halesekkedyr (larvacea) og skjell kan også være viktige byttedyr (HAMERLYNCK & HOSTENS 1993; HOP *et al.* 1994).

Fisk og krepsdyr er viktigste mageinnhold av voksen hvitting. I Nordsjøen er det torsk, hyse, hvitting, øyepål, sild, brisling og tobis som dominerer blant fisk (HISLOP *et al.* 1991).

Sild og brisling spiser hovedsakelig zooplankton, og begge artene er selektive i hvilke arter de tar (HINRICHS 1985). Mens brisling foretrekker små hoppekreps gjennom hele livet, tar sild som er mer enn 7-9 cm helst store hoppekreps, krill og pungreker (DE SILVA 1973; LAST 1985; HINRICHS 1985, 1986).

Bergnebb og grønngylt spiser snegl, skjell, spøkelseskreps (caprellider), tanglopper og krabber. Hydroider og børstemark inngår også i dietten. De finner helst næring på eller like over bunnen, men de tar både fastsittende og mer bevegelige dyr (HILLDÉN 1978; FJØSNE & GJØSÆTER 1996; SAYER *et al.* 1996).

Få fiskearter viser samme fleksibilitet i næringsveien som ål. Kosten kan bestå av alt fra frosk til børstemark, fisk og snegler mv. Imidlertid, når den fanges i kystfarvann og fjordene domineres mageinnholdet av byttedyr som lever i littoralen og sublittoralen dvs, børstemark, ulike krepsdyr (isopoder, amfipoder), småfisk som kutlinger mv (TESCH 1973).

Makrell er i hovedsak en filterspiser, men det tar også noe føde ved hjelp av synet. De viktigste næringselementene er ulike planktonorganismer som hoppekreps, pelagiske tanglopper, krabbelarver og krill. Dessuten tar de en del reker og egg og larver av fisk (MACKAY 1979).

Krabbene spiser skjell og snegler, mye børstemark, kråkeboller og andre bunndyr. Selv de mest tykkhudede skjell og snegler klarer krabben å knuse med sine kraftige klør. Den spiser også fisk hvis den får sjansen. Den spiser gjerne åtsler av ulike slag (DANNEVIG 1971).

En oppsummering av noen viktige næringsveier, slik det framgår av litteraturstudier, er vist i Fig. 12. Ut fra den begrensede kunnskap som finnes om næringsnett i området, er det imidlertid vanskelig å avgjøre hvor godt et slikt bilde passer med virkeligheten i Grenlandsfjordene. I Risørområdet har vi derimot rimelig gode data for torsk, og antar at dens plass i næringsnettet er omtrent som beskrevet i Fig. 13.

De fleste av aktørene i dette næringsnettet antas å være svært stedbundne. Viktige unntak er sild, brisling og sei. Zooplankton kan også i betydelig grad tenkes å strømme inn fra vannmasser utenfor fjordsystemet, ikke minst under de store vannutskiftingene som av og til inntreffer. Den store andelen av stedbundne organismer, gir grunn til å tro at en stor del av energi- og stoff-strømmen, inkludert langsomt nedbrytbare forurensningsstoffer, vil sirkulere innenfor systemet, og en liten del vil lekke ut via biologiske kanaler.

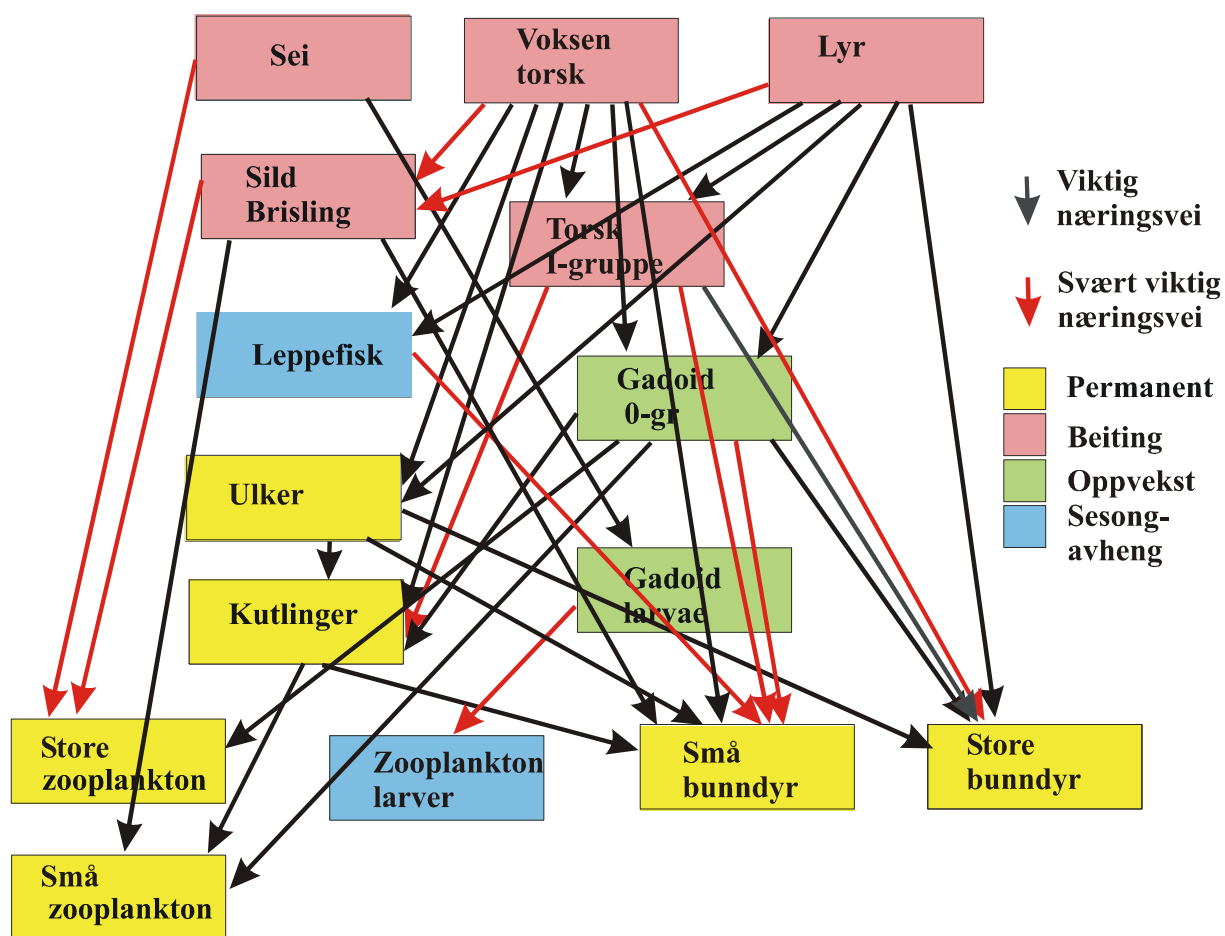


Fig. 13. Næringsnett i gruntvannsområder på Skagerrakkysten. (Food chain in shallow areas on the Skagerrak coast).

KONKLUSJONER

Fiskefaunaen på Skagerrakkysten er forholdsvis grundig undersøkt, og spesielt på yngel og strandonefisk har man lange tidsserier. Det er dokumentert store variasjoner både i tid og rom i faunasammensetning, i biomasse og i rekruttering av en rekke viktige fiskeslag. Til tross for de store naturlige variasjonene har man klare indikasjoner på at Grenlandsfjordene skiller seg ut. Holmestrandsområdet, som ikke er behandlet i denne rapporten, er det eneste området på kysten mellom Kristiansand og Svenskegrensa som man vet viser likhetstrekk med Grenlandsfjordene. Begge disse områdene har mye industri, og det er grunn til å tro at de avvikene fra normalen som man kan se i disse områdene kan ha sammenheng med industriforurensning.

Man vet imidlertid svært lite om mekanismene som ligger bak. Man vet lite om opptaksmekanismer og de ulike komponentene i forurensningen, og derfor kan man heller ikke si om fisken rammes direkte eller gjennom næringsnettet, eller om det er forurensning oppløst i vannmassene eller forurensningen i sedimenter som er hovedproblemet. Man vet at rekrutteringen av fisk er et av de forholdene som er påvirket, men man vet ikke om det er foreldrenes gytepotensial, larvenes overlevningsevne eller økosystemets bæreevne for larver og yngel som påvirkes. Dette gjør det vanskelig å sette inn tilstrekkelig målretta tiltak mot skadevirkningene av forurensningene.

For å vurdere de kostholdsmessige sidene av forurensning er vandringsmønstrene til de aktuelle organismene viktig. Torsken som man kjenner best, vandrer lite, og en fisk som fiskes i et forurenset område vil trolig ha levd der hele eller store deler av livet. Makrell, sild og trolig brislig vandrer mye mer, og disse artene vil derfor trolig leve korte perioder innenfor de forurensa områdene, og vil derfor sannsynligvis ta opp forholdsvis mindre gift. Hummer, krabbe og sjørrret vil nok kunne vandre en del, men faller trolig nærmere torsk enn sild i grad av stedbundethet.

REFERANSER

- BAYNE, B.L., CLARKE, K.R. and GRAY, J.S. red. 1988. Biological effects of pollutants: results of a practical workshop. *Mar. Biol. Ecol. Prog. Ser.* 46.
- BERGSTAD, O.A. 1991a. Ecology of the fishes of the Norwegian Deep: Distribution and species assemblages. *Netherlands Journal of Sea Research* 25(1/2): 237-266.
- BERGSTAD, O.A. 1991b. Distribution and trophic ecology of some gadoid fish of the Norwegian Deep. 2. Food-web linkages and comparisons of diets and distributions. *Sarsia* 75: 315-325.
- BERGSTAD, O.A., TORSTENSEN, E. and BØHLE, B. 1996. Mikronekton and pelagic fishes in fjords on the Norwegian Skagerrak coast in winter. *Fisken og Havet*, nr. 5, 1997, 25 p.
- COSTELLO, M.J., EDWARDS, J. & POTTS, G.W. 1990. The diet of the two-spot goby, *Gobiusculus flavescens* (Pisces). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 70: 329-342.
- CHRISTIE, H. 1997: Mangfold i faunasamfunn tilknyttet ulike bunnalgehabitater på Skagerrakkysten. Nina Oppdragsmelding 483: 1-18.
- DAHL, E., ELLINGSEN, E. og TVEITE, S. 1974. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjølevannsutslipp. Feltundersøkelser i Oslofjordområdet, januar-juni 1974. *Fisken og Havet Ser B*, 1974(19): 1-59.
- DAHL, E., ELLINGSEN, E. og TVEITE, S. 1976. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, august 1974 - oktober 1975. *Fisken og Havet Ser B*, 1976(6): 1-41.
- DAHL, E., ELLINGSEN, E. og TVEITE, S. 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, februar - november 1978. *Fisken og Havet Ser B*, 1979(6):1-23.
- DAHL, E., ELLINGSEN, E. og TVEITE, S. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Langesundsområdet, 1974-1978. *Flødevigen rapportserie*, 1983(1): 1-78.
- DANIELSSEN, D. 1968. Investigations on herring, *Clupea harengus* L., from the Norwegian Skagerrak coast during the years 191963-64. *Fisk.Dir. Skr. Ser. Havund.* 15: 65-82.
- DANIELSSEN, D. 1969. On the migration of the cod in the Skagerrak shown by tagging experiments in the period 1954–1965. *Fisk.Dir. Skr. Ser. Havund.* 15: 331-338.
- DANIELSSEN, D.S. 1974. Sild i Oslofjorden. En oversikt over biologi og økonomisk betydning. *Fisken og Havet serie B*. 1974(13): 3-13.
- DANIELSSEN, D.S. 1994. En lokal torskebestands beskatningsmønster på den Norske Skagerrakkysten. *Nordisk Ministerråd TemaNord*, 1994 (651): 81-92.

- DANIELSSEN, D.S. and FØYN, L. 1973. Frierfjorden – en vurdering av fjordsystemets vannutskiftning. *Fisken og Havet ser B. 1973(6)*: 1-19.
- DANIELSSEN, D.S. and GJØSÆTER, J. 1994. Release of 0-group cod, *Gadus morhua* L., on the southern coast of Norway in the years 1986-1989. *Aquaculture and Fisheries Management 1994. (25), Supplement 1*, 129-142.
- DANNEVIG, A. 1930. The propagation of our common fishes during the cold winter 1924. *FiskDir.Skr.Ser. HavUnders. 3(10)*: 1-133.
- DANNEVIG, G. 1971. Taskekrabben. Norges dyr. Frislid, R. og Semb Johanson, A. red. Fjerde bind - Virvelløse dyr. J.W.Cappelsens Forlag A/S.Oslo, 428 pp.
- DE SILVA, S.S. 1973. Food and feeding habits of the herring *Clupea harengus* and sprat *C. sprattus* in inshore waters of the west of Scotland. *Mar. Biol. 20*: 282-290.
- ELLINGSEN, E. 1974. Brisling i Oslofjorden. En oversikt over biologi og økonomisk betydning. *Fisken og Havet serie B. 1974(12)*: 3-15.
- FJØSNE, K. and GJØSÆTER, J. 1996. Dietary composition and the potential of food competition between 0-group cod (*Gadus morhua* L.) and some other fish species in the littoral zone. *ICES Journal of Marine Science, 53*: 757-770.
- FROMENTIN, J-M., STENSETH N.C., GJØSÆTER, J, JOHANNESSEN, T., Planque, B. 1998 Long-term fluctuations in cod and pollack along the Norwegian Skagerrak coast. *Mar Ecol Prog Ser. 162*: 265-278.
- FROMENTIN, J-M., STENSETH, N.C., GJØSÆTER, J., BJØRNSTAD, O.N., FALCK, W. and JOHANNESSEN, T. 1997. Spatial patterns of the temporal dynamics of three gadoid species along the Norwegian Skagerrak coast. *Mar Ecol Prog Ser. 155*: 209-222.
- GJØSÆTER, J. 1988. Competition for food and predator-prey relationships among young cod (*Gadus morhua*) and some other fish from shallow waters. *Flødevigen rapp.ser. 1988 (1)*: 1-15.
- GJØSÆTER, J. 1990a. Norwegian coastal Skagerrak cod. S. 155-170 i *Report of the ICES study group on cod stock fluctuations. Appendix III, Syntheses of Atlantic cod stocks. Coun. Meet. Int. Coun. Explor Sea. C.M.1990/G:50*.
- GJØSÆTER, J. 1990b. Selection of foraging sites by cod *Gadus morhua*, whiting *Merlangius merlangius* and goldsinny wrasse, *Ctenolabrus rupestris*, in aquaria. *J. of Appl. Ichth. 6 (1990)*: 204-210.
- GJØSÆTER, J. and DANIELSSEN, S. E. 1986. Torsken på Skagerrakkysten. Notat. 10 pp.
- GJØSÆTER, J. and DANIELSSEN, D.S. 1990. Recruitment of cod (*Gadus morhua*), whiting (*Merlangius merlangius*) and pollack (*Pollachius pollachius*) in the Risør area on the Norwegian Skagerrak coast 1945-1985. *Flødevigen rapp.ser. 1990 (1)*: 11- 31

- GJØSÆTER, J., ENERSEN, K. og ENERSEN, S.E. 1996. Ressurser av torsk og andre fisk i fjorder på den norske Skagerrakkysten. *Fisken og Havet 1996 (23)*: 1-28.
- GJØSÆTER, J., HANSEN, K., LØNNHAUG, K. og SOLLIE, Aa. 1989. Variasjoner i fiskefaunaen i strandsonen i Arendalsområdet 1985-1987. *Flødevigen meldinger, 1, 1989*: 1-19.
- GRAY, J.S., ASCAN, M., CARR, M.R., CLARKE, K.R., GREEN, R.H., PEARSON, T.H., ROSENBORG, R. and WARWICK, R.M. 1988. Analyses of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. Biol. Ecol. Prog. Ser. 46*: 151-156.
- HAMERLYNCK, O. & HOSTENS, K. 1993. Growth, feeding, production, and consumption in 0-group bib (*Trisopterus luscus* L.) and whiting (*Merlangius merlangus* L.) in a shallow coastal area of the south-west Netherlands. *ICES Journal of Marine Science. 50*: 81-91.
- HESTHAGEN, I.H. 1977. Migrations, breeding, and growth in *Pomatoschistus minutus* (Pallas) (Pisces, Gobiidae) in Oslofjorden, Norway. *Sarsia, 63*: 17-26.
- HILLDÉN, N.O. 1978. On the feeding of the goldsinny, *Ctenolabrus rupestris* L. *Ophelia 17(2)*: 195-198.
- HINRICHS, R. 1985. Menge und Zusammensetzung der Nahrung bei Herring und Sprott des Ostsee in den Jahren 1980-1982. *Fishereiforschung, 24(2)*: 70-81.
- HINRICHS, R. 1986. Nahrungsuntersuchungen und diurnaler Rhythmus der Nahrungsaufnahme von Herring und Sprott des Ostsee. *Fishereiforschung, 24(2)*: 31-37.
- HISLOP, J.R.G., ROBB, A.P., BELL, M.A. & ARMSTRONG, D.W. 1991. The diet and food consumption of whiting (*Merlangius merlangus*) in the North Sea. *ICES journal of marine science. 48*: 139-156.
- HØINES, Å.S., BERGSTAD, O.A. and ALBERT, O.T. 1995. The food web of a coastal spawning ground of the herring (*Clupea harengus* L.). S. 385-401 i SKJOLDAL, H.R., HOPKINS, C, ERIKSTAD, K.E. and LEINAAS, H.P. red. Ecology of fjords and coastal waters. Elsevier Science B.V, 1995.
- HØINES, Å.S., BERGSTAD, O.A. and ALBERT, O.T. 1998. The structure and temporal stability of the fish community on a coastal bank utilized as a spawning ground by herring. *ICES Journal of Marine Science, 55*: 271-288.
- HOP, H., DANIELSSEN, D.S. and GJØSÆTER, J. 1993. Winter feeding ecology of cod (*Gadus morhua*) in a fjord of southern Norway. *J. Fish. Biol. 43*: 1-18.
- HOP, H., GJØSÆTER, J. and DANIELSSEN, D.S. 1992. Seasonal feeding ecology of cod (*Gadus morhua* L.) on the Norwegian Skagerrak coast. *ICES J. mar. Sci. 49*: 453-461.

- HOP, H., GJØSÆTER, J. and DANIELSSEN, D.S. 1994. Dietary composition of sympatric juvenile cod, *Gadus morhua* L., and juvenile whiting, *Merlangius merlangus* L., in a fjord of southern Norway. *Aquaculture and Fisheries Management* 1994, 25, supplement 1, 49-64.
- IBRAHIM, A.A. & HUNTINGFORD, F.A. 1989. Laboratory and field studies on diet choice in three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus* L., in relation to profitability and visual features of prey. *Journal of Fish Biology* 34: 245-257.
- IVERSEN, S.A. 1974. Makrell i Oslofjorden. En oversikt over biologi og økonomisk betydning. *Fisken og Havet serie B*. 1974(14): 3-9.
- JAQUET, N. & RAFFAELLI, D. 1989. The ecological importance of the sand goby, *Pomatoschistus minutus* (Pallas). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 128: 147-156.
- JARANDSEN, B. 1991. Nivå av kvikksølv i blåskjell i Grenlandsfjordene 1975-89. Notat, Prosjektnr P30095.061.14.05.90, 11 s + vedlegg.
- JOHANNESSEN, T. og SOLLIE, Aa. 1994. Overvåkning av gruntvannsfauna på Skagerrakkysten. *Fisken og Havet*, 1-91.
- KNUTSEN, J.A., GJØSÆTER, J., SIMONSEN, J.H., ENERSEN, K. og AASS, A. 1996. Næringsvalg hos sjørret i sjø på Skagerrakkysten, Undersøkelser av mageinnhold. *Fisken og Havet* 1996 (29): 1-13.
- KNUTZEN, J. & GREEN, N. 1990. Overvåkning av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene og Telemarkkysten i 1990. Supplerende analyser til overvåkning av polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-p-dioksiner. *NIVA-rapport-2326*, 62 s.
- KNUTZEN, J. & OEHRME, M. 1988. Undersøkelser av klorerte dioksiner og dibenzofuraner i fisk, skalldyr og sedimenter fra Frierfjorden med tilgrensende områder 1987-1988. *NIVA-rapport 2189*: 1-143.
- KNUTZEN, J., BECHER, G., BISETH, Aa., BJERKENG, B., BREVIK, E.M., GREEN, N.W., SCHLABACH, M. and SKÅRE, J.U. 1999. Overvåkning av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 1997. *Statlig program for forurensningsovervåkning, Rapport 772/99*: 1-195.
- LAST, J.M., 1985, Further observations on the food of 0-group spratt *Sprattus sprattus* (Linnaeus 1758) and herring *Clupea harrengus* (Linnaeus 1758) from the North Sea. ICES CM1985, L:3, 9pp.
- LEKVE, K., STENSETH, N.C., GJØSÆTER, J., FROMENTIN, J.M. & GRAY, J.S. 1999. Spatio-temporal patterns in diversity of a fish assemblage along the Norwegian Skagerrak coast. *Mar Ecol Prog Ser.* 178: 17-27.
- MACKAY, K.T. 1979. Synopsis of biological data of the northern population Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*). *Tech. Rept. Can. Fish. Mar. Ser.*, 885, 26 p.

- NASH, R.D.M. 1984. Aspects of the biology of the black goby, *Gobius niger* L., in Oslofjorden, Norway. *Sarsia* 69: 55-61.
- NÆS, K., KNUTZEN, J., HÅVARDSTUN, J., KROGLUND, T., LIE, M.C., KNUTSEN, J.A. og WIBORG, M.L. 2000. Miljøundersøkelse i havner på Agder 1997-1998. PAH, PCB, tungmetaller og TBT i sedimenter og organismer. Statlig program for forurensningsovervåkning 799/00. TA-nr. 1728/2000. *NIVA-Rapport l.nr. 4232-2000*, 139s.
- NÆS, K. 1999. Overvåkning av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997. *Niva-rapport- (i trykken)*.
- NÆS, K. & OUG, 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensede områder. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje. *Niva-rapport O-895903/2566*.
- PHILLIPS, B.F., COBB, I.S. and GEORGE, R.W. 1980. General biology. S. 1-82 i COBB, I.S. and PHILLIPS, B.F. red. *The biology and management of lobsters*. Academic Press.
- RYGG, B. 1998. Overvåkning av bløtbunnsfauna i Grenlandsfjordene. *Niva-rapport 3783-98*: 1-20.
- SAYER, M.D.J., GIBSON, R.N. and ATKINSON, R.J.A. 1996. Seasonal, sexual and geographical variation in the biology of goldsinny, corkwing and rock cook on the west coast of Scotland. S. 13-46 i Sayer, M.D.J., Treasurer, J.W. and Costello, M.J. red. *Wrasse: Biology and use in aquaculture*. Fishing News Books, Oxford.
- SFT (Norwegian Pollution Control Authority), 1998. Contaminated marine sediments. Status overview and priorities. Report TA-1547/1998 (in Norwegian), Norwegian Pollution Control Authority, Oslo.
- SOLGAARD, J. 1998. Årstidsvariasjon i den sublittorale fiskefaunaen i Arendalsområdet 1966. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo. 82 pp.
- STØP-BOWITZ, C. 1971: *Norges dyr*. Frislid, R. & Semb Johanson, A. red. Fjerde bind - Virvelløse dyr. J.W.Cappelens Forlag A/S.
- TESCH, F.W. 1973. *Der aal*. Verlag Paul Parey, 306 pp.
- TVEITE, S. 1970. Sammenliknende forsøk med to merkemetoder for hummer. *Fiskets Gang*, 1970(12): 247-248.
- TVEITE, S. 1984. 0-group cod investigations on the Norwegian Skagerrak coast. *Flødevigen Rapportser*. 1984(1): 581-590.
- URSING, B. 1971. *Ryggløse dyr*. P. A. Norstedt & Sønners forlag-Stockholm 369 pp.

- VAAS, K.F., VLASBLOM, A.G. & DE KOEIJER, P. 1975. Studies on the black goby (*Gobius niger*, Gobidae, Pisces) in the Veerse Meer, S.W. Netherlands. *Neth. J. Sea Res.* 9: 56-68.
- WIEDERHOLM, A-M 1987. Habitat selection and interactions between three marine fish species (Gobiidae). *Oikos*, 48: 28-32.
- WOLD, A. og VAN DER MEEREN, G.I. 1997. Taskekrabben (*Cancer pagurus*) - biologi, næring og forvaltning. *Rapport nr. Å9703, Møreforskning Ålesund*, 61 pp.
- ZANDER, C.D. 1979. On the biology and food of small-sized fish from the North and Baltic Sea areas. 2. Investigation of a shallow stony ground off Mon, Denmark, *Ophelia*, 18: 179-190.
- ZANDER, C.D. 1990. Prey selection of the shallow water fish *Pomatoschistus minutus* (Gobiidae, Teleostei) in the SW Baltic. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 44: 147-157.